

Superconductive element, manufacture thereof and dielectric resonator

Publication number: CN1351357

Publication date: 2002-05-29

Inventor: YUNI KANATAKA (JP)

Applicant: MURATA MANUFACTURING CO (JP)

Classification:

- international: C04B41/87; C01G1/00; C01G29/00; C04B41/89; C04B41/90; H01L39/00;
H01L39/24; H01P7/04; H01P7/10; C04B41/87; C01G1/00; C01G29/00;
C04B41/89; H01L39/00; H01L39/24; H01P7/04; H01P7/10; (IPC1-7):
H01B12/00; C04B35/00; H01L39/12; H01L39/24; H01P7/10

- European: H01L39/24J2P; H01P7/10

Application number: CN20011037723 20011026

Priority number(s): JP20000329597 20001027; JP20010312968 20011010

Also published as:



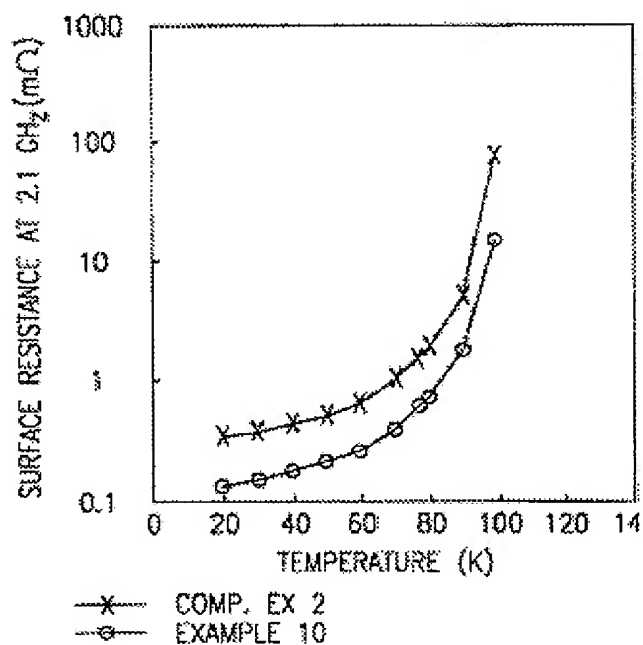
US6602622 (B2)
US2002098986 (A)
KR20020033057 (.
JP2002217460 (A)

Report a data error h

Abstract not available for CN1351357

Abstract of corresponding document: US2002098986

A dielectric ceramic oxide substrate in combination with superconducting film containing Ba can be used to form a dielectric resonator which has a high no-load Q factor at a high frequency and satisfactory superconducting characteristics.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01B 12/00

[12] 发明专利申请公开说明书

H01L 39/12 H01L 39/24

C04B 35/00 H01P 7/10

[21] 申请号 01137723.2

[43] 公开日 2002 年 5 月 29 日

[11] 公开号 CN 1351357A

[22] 申请日 2001.10.26 [21] 申请号 01137723.2

[30] 优先权

[32] 2000.10.27 [33] JP [31] 329597/00

[32] 2001.10.10 [33] JP [31] 312968/01

[71] 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 金高祐仁

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

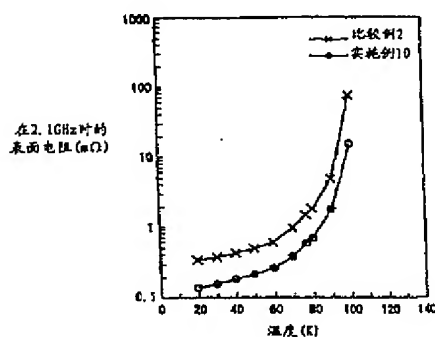
代理人 陈剑华

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 超导部件及其制造方法和介电谐振器

[57] 摘要

提供一种在高频的无负荷 Q 大、超导特性良好的介电谐振器。该介电谐振器在 Ba(Sn, Mg, Ta)O₃ 系介电陶瓷基片 12 的正反面上具有由 Bi_{1.85}Pb_{0.35}Sr_zBa_yCa_{2.05}Cu_{3.35}O_x (x = 1.8 ~ 2.0, y = 0 ~ 0.4, z = 10 ~ 11, 其中, z 的值可随 x、y 值变化) 构成的超导膜电极 14 和 16。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 超导部件, 其特征在于, 具有含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体和在该氧化物陶瓷基体上形成的以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含有 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜。
- 5 2. 如权利要求 1 所述的超导部件, 其特征在于, 还具有在上述氧化物陶瓷基体和上述超导膜之间形成的由多晶体或非晶体构成的中间层。
3. 如权利要求 1 所述的超导部件, 其特征在于, 在上述超导膜中, Ba 与 (Ba + Sr) 之 Ba/(Ba+Sr) 摩尔比在 0.02 ~ 0.15 的范围内。
4. 如权利要求 1 所述的超导部件, 其特征在于, 上述氧化物陶瓷基体由介电陶瓷
10 构成。
5. 如权利要求 1 所述的超导部件, 其特征在于, 在上述超导膜中, 上述 Ba 元素固溶于上述 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相中。
6. 超导部件的制造方法, 其特征在于, 在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上涂敷含有以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导粉末的超导膜用浆料, 焙
15 烧上述超导膜用浆料, 形成以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜。
7. 如权利要求 6 所述的超导部件的制造方法, 其特征在于, 在上述氧化物陶瓷基体的表面涂敷含有由多晶体或非晶体组成的无机粉末的中间层用浆料, 焙烧中间层用浆料, 形成中间层, 然后在中间层上涂敷上述超导膜用浆料, 形成超导膜。
- 20 8. 介电谐振器, 其电介质基体上形成有超导膜电极, 其特征在于, 上述电介质基体是含 Ba 元素的氧化物陶瓷, 上述超导膜电极用以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜形成。
9. 如权利要求 8 所述的介电谐振器, 其特征在于, 在上述电介质基体和上述超导膜电极之间还形成有由多晶体或非晶体组成的中间层。
- 25 10. 如权利要求 8 所述的介电谐振器, 其特征在于, 上述电介质基体由选自含 Ba(Sn, Mg, Ta)O₃ 系、Ba(Mg, Nb)O₃ 系中的至少 1 种氧化物陶瓷构成。

超导部件及其制造方法和介电谐振器

5

技术领域

本发明涉及用作超导部件、尤其是用作介电谐振器等高频电子部件的超导部件及其制造方法。

背景技术

10

众所周知, Bi2223 相超导体是临界温度为 110K 级的 Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O 系氧化物超导体。这种 Bi2223 相超导体形成于例如 Ag、MgO 单晶、氧化物陶瓷基片之类的基体上, 构成线材、限流元件和磁性密封材料。

15

作为其具体例子, 例如, 在 Bi2223 相超导粉末中添加有机溶剂 (vehicle), 即作为超导膜用浆料, 涂敷在例如 Ba(Sn, Mg, Ta)O₃ 之类的氧化物系介电陶瓷基片上, 焙烧后得到超导膜。这种超导膜在与介电陶瓷基片的界面上, 不会形成明显的异相, 几乎由单相构成。

20

但是, 在高频范围内, 对超导膜表面一侧和与介电陶瓷基片的界面一侧的各表面电阻进行评价所得结果显示, 在超导膜表面一侧的表面电阻较低, 而与介电陶瓷基片的界面一侧的超导膜的表面电阻非常高。高表面电阻的存在被认为是由于在超导膜和介电陶瓷基片之间的微观界面反应所致。为此, 迄今, 降低温度至不使上述界面反应的影响出现的程度, 由此焙烧超导膜, 但这样, 超导膜的形成不充分, 不能得到表面电阻值低的超导膜。

25

因此, 本发明者对上述界面反应的情况进行了反复研究, 确认介电陶瓷基片中所含的 Ba 元素在以高浓度扩散至超导膜中。还确认, 在基体为多晶体的情况下, 焙烧超导膜用浆料时生成的部分熔融液在向基体粒界渗透。

另一方面, 上述超导膜的临界电流密度即使是在基本由单相构成的超导膜中也仅停留在 200A/cm² (温度 77K, 0T) 这样的低值, 不仅在与介电陶瓷基片的界面附近, 而且在沿超导膜厚度的方向, 乃至与厚度正交的水平方向上, 超导特性都劣化。

30

鉴于上述情况, 本发明的目的是, 提供一种具有超导特性良好的超导膜的超导部件及其制造方法。本发明的另一个目的是, 提供一种具有良好超导特性的介电谐振器。

发明内容

即，本发明涉及一种具有含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体和形成于该氧化物陶瓷基体上、以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜的超导部件。

本发明还提供一种超导部件的制造方法：在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上，
5 涂敷含有（该 Bi2223 相超导粉末以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相，含 Ba 元素）的超导膜用浆料，焙烧上述超导膜用浆料，形成以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜。

此外，本发明还提供一种在电介质基体上形成有超导膜电极的介电谐振器，所述电介质基体是含 Ba 元素的氧化物陶瓷，所述超导膜电极是用以 Bi-Sr-Ca-Cu-O
10 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜形成的。

本发明的超导部件由于在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上形成有以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜，所以，可将基体中 Ba 成分的变动量抑制在最小限度内，得到超导特性良好的超导膜。

如在背景技术部分中所说明的，在钽酸钡系陶瓷之类的含 Ba 元素并具有复合
15 钙钛矿结构的氧化物陶瓷基体中，在其焙烧等过程下，Ba 元素会从氧化物陶瓷基体扩散到超导膜中，尤其是在氧化物陶瓷基体与超导膜的界面，超导膜的电特性劣化。其劣化机理被认为有以下两种。

第一种劣化机理是基于以下情况：在 Ba 元素扩散的超导膜中，相应于 Ba 元素的扩散程度，会有 Ba 浓度梯度形成，相应于 Ba 元素的量，部分熔融温度会连续
20 下降。

即，在焙烧超导膜用浆料时，氧化物陶瓷基体的 Ba 会扩散到超导膜用浆料内，相应于扩散量，超导膜的部分熔融温度下降，由此，即使在超导膜的最佳温度焙烧，但在 Ba 扩散的部分，其焙烧温度也变得不是最佳的。尤其是在界面附近，由于 Ba 扩散量增多，结果陷入焙烧过度状态，导致界面附近的超导膜电特性劣化。关于这一点，作为对策，也可考虑在焙烧过程中，逐渐降低温度等，但控制很难，并不实用。
25

第二种劣化机理是：由于氧化物陶瓷基体是多晶结构体，焙烧过程中基体成分 Ba 会扩散和熔入到生成的超导物质熔液中，这使得熔液对基体多晶粒界的润湿性变好，出现粒界渗透。熔液浸透至粒界，可能会造成超导膜组成出现变化，尤其是
30 可能会使界面附近的超导膜的性状劣化。

因此，本发明超导部件的特征在于，具有含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体和形成于上述氧化物陶瓷上、以 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的 Bi2223 相超导膜。

即，无论是在上述第一劣化机理中，还是在第二劣化机理中，在超导膜前体即超导膜用浆料中预先添加 Ba，可以抑制氧化物陶瓷基体和超导膜的界面附近的性状变化，其结果，能改善尤其在高频范围的超导特性。

另外，在本发明中，在上述氧化物陶瓷基体和超导膜之间，最好有由多晶体或非晶体构成的中间层。即，即使在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上形成了中间层的情况下，也能发挥含 Ba 超导膜的优越性。这是因为在中间层由 Ag 等多晶体组成、包含很多粒界的情况下，透过中间层粒界的粒界扩散导致含 Ba 元素的基体与超导膜电极之间出现界面反应。此外，在中间层由 Bi-Si-Bi-O 系玻璃等非晶体组成的情况下，也可得到同样的效果。这是因为非晶体的整体呈晶体紊乱状态，与多晶体中的粒界同样，氧化物陶瓷基片中的 Ba 容易扩散的缘故。

还有，上述超导膜中的 Ba 与 (Ba + Sr) 的摩尔比 $\{Ba/(Ba+Sr)\}$ 最好在 0.02 ~ 0.15 的范围内。通过将 Ba 和 Sr 的含量设计在该范围内，可进一步提高超导膜的超导特性。

上述氧化物陶瓷基体也可由介电陶瓷组成。例如，象钽酸钡系介电陶瓷等含有 Ba 元素、具有复合钙钛矿结构的介电陶瓷很适宜。尤其是用本发明的超导部件作为介电谐振器时，最好用选自 $Ba(Sn, Mg, Ta)O_3$ 系、 $Ba(Mg, Nb)O_3$ 系中的至少一种氧化物陶瓷作为上述氧化物陶瓷基体。

另外，据认为，在上述超导膜中，添加的 Ba 元素会固溶于主相 Bi-Sr-Ca-Cu-O 中，而 Ba 会取代 Sr。

图面的简单说明

图 1 示出比较例 2 及实施例 10 的在微波中的表面电阻的温度特性。

图 2 是可适用本发明的 TM_{010} 型介电谐振器的一例的示意图。

图 3 是在形成于表面的中间层上再形成有超导膜的电介质基板的示意图。

图 4 是可适用本发明的 TE 型介电谐振器的一例的示意图。

图 5 是在形成于表面的中间层上再形成有超导膜的电介质圆柱的示意图。

图 6 是具有插入了图 5 的电介质圆柱的通孔的电介质方柱的示意图。

图 7 是可适用本发明的同轴型介电谐振器之一例的示意图。

具体实施方式

以下通过具体实施例来说明本发明。

实验例 1

准备好 Bi_2O_3 、 PbO 、 SrCO_3 、 BaCO_3 、 CuO 作为原料粉末，将各原料粉末掺和，使其预烧后的组成为 $\text{Bi}_{1.85}\text{Pb}_{0.35}\text{Sr}_x\text{Ba}_y\text{Ca}_{2.05}\text{Cu}_{3.35}\text{O}_z$ ($x = 1.8 - 2.0$, $y = 0 \sim 0.4$, $z = 10 \sim 11$, 这里, z 为随着金属元素比而确定的量)。然后, 将各原料粉末置有机溶剂中用球磨机粉碎, 尔后, 在 780°C 下预烧 12 小时, 制成预烧物。将此预烧物粉碎之后, 再于 780°C 下预烧 12 小时, 并再用球磨机粉碎, 得到含 Ba 的 Bi2223 相超导粉末。所得超导粉末的组成如下面的表 1 所示。此后, 在超导粉末中掺入有机溶剂, 调制超导膜用浆料。

此外, 准备好由直径 35mm、厚度 3mm 的 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质组成的介电陶瓷基片 (介电常数 $\epsilon_r = 24$)。在介电陶瓷基片的两端面丝网印刷超导膜用浆料。然后将其于 400°C 加热, 使有机成分挥发、燃烧, 在介电陶瓷基片上形成超导膜用厚膜。

接着, 将此超导膜用厚膜在 2 吨/ cm^2 压力下, 用冷轧各向同压成型法加压, 在 8% 氧气氛中于 835°C 焙烧 50 小时。尔后, 再以 2 吨/ cm^2 压力用冷轧各向同压成型法加压, 在 8% 氧气氛中于 835°C 焙烧 50 小时, 得到具有以 Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O 相为主相、且含 Ba 的 Bi2223 相超导膜电极的介电谐振器。

然后, 将所得介电谐振器放入用无氧铜作成的金属模槽中, 将其作成 TM_{010} 型介电谐振器, 在 20 ~ 100K 的温度范围测定无负荷 Q (2.1GHz)。

在该介电谐振器中, 高频电磁界集中于 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系介电陶瓷基片内, 高频电流集中在超导膜和介电陶瓷基片的界面附近流动。即, 介电陶瓷基片和超导膜的界面的性状对介电谐振器的无负荷 Q 的影响很大。

将 70K 时的无负荷 Q 的值和据此算出的超导膜在与介电陶瓷基片的界面一侧的表面电阻一起示于下面的表 1 中。

表 1

	组成: $\text{Bi}_{1.85}\text{Pb}_{0.35}\text{Sr}_x\text{Ba}_y\text{Ca}_{2.05}\text{Cu}_{3.35}\text{O}_z$				无负荷 Q (70K 时)	表面电阻 (mΩ)
	x	y	Ba/(Ba+Sr)	z		
比较例 1	1.8	0	0.000	10.325	16,000	1.50
实施例 1	1.8	0.03	0.016	10.355	17,000	1.41
实施例 2	1.8	0.05	0.027	10.375	27,000	0.87
实施例 3	1.8	0.1	0.053	10.425	35,000	0.66
实施例 4	1.8	0.2	0.100	10.525	36,000	0.64
实施例 5	1.8	0.3	0.143	10.625	23,000	1.03
实施例 6	1.8	0.4	0.182	10.725	17,000	1.41
比较例 2	1.9	0	0.000	10.425	24,000	0.98
实施例 7	1.9	0.03	0.016	10.455	25,000	0.94
实施例 8	1.9	0.05	0.026	10.475	33,000	0.70
实施例 9	1.9	0.1	0.050	10.525	51,000	0.44
实施例 10	1.9	0.2	0.095	10.625	57,000	0.38
实施例 11	1.9	0.3	0.136	10.725	37,000	0.62
实施例 12	1.9	0.4	0.174	10.825	26,000	0.91
比较例 3	2	0	0.000	10.525	22,000	1.08
实施例 13	2	0.03	0.015	10.555	23,000	1.03
实施例 14	2	0.05	0.024	10.575	32,000	0.73
实施例 15	2	0.1	0.048	10.625	51,000	0.44
实施例 16	2	0.2	0.091	10.725	55,000	0.40
实施例 17	2	0.3	0.130	10.825	35,000	0.66
实施例 18	2	0.4	0.167	10.925	23,000	1.03

如表 1 所示, 在超导膜中 Ba 含量为零的比较例 2 中, 2.1GHz、70K 时的无负荷 Q 为 24,000, 表面电阻为 0.98mΩ。而在实施例 10 中, 无负荷 Q 为 57,000, 表面电阻为 0.38mΩ。

对比较例 2 和实施例 10 的超导膜表面电阻与温度的关系进行了比较。结果见图 1。

如图 1 所示, 在整个温度范围, 含有 Ba 的超导膜比不含 Ba 的超导膜的表面电阻更低。即, 添加了 Ba 元素的超导膜在介电陶瓷基片与超导膜的界面上的高频

特性提高。

从表 1 还可知，因为无负荷 Q 高、表面电阻低，所以，Ba 元素的添加量宜控制在 Ba/(Ba+Sr) 摩尔比为 0.02 ~ 0.15 的范围内，最好在 0.05 ~ 0.1 的范围内。

在本实施例中，超导膜实质上是 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相的单相，未见其他异相。此外，超导膜中所含的 Ba 元素被认为固溶于 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相中，取代 Bi-Sr-Ca-Cu-O 相中的 Sr 元素。

实验例 2

按与实验例 1 相同的方法配制具有实验例 1 中实施例 10 的组成的超导膜用浆料。

然后，用与实验例 1 相同的方法，将上述超导膜用浆料涂布在矩形的由 Ba(Sn, Mg, Ta)O₃ 系多晶电介质构成的介电陶瓷基片上，经焙烧，形成膜厚约 10 μ m 的超导膜。用直流 4 端子法测定该超导膜的临界电流密度，为 3000A/cm² (77K、0T)。而使用具有比较例 2 组成的超导膜用浆料、按与上述相同方法制成的超导膜的临界电流密度值则仅为 200A/cm² (77K、0T)。

由此可知，与不含 Ba 元素的超导膜相比，含 Ba 元素的超导膜的临界电流密度高。

此外，临界电流密度是根据直流电流测得的结果，超导膜的整体性状会影响其特性。即，添加 Ba 元素所得到的超导膜超导特性的改善，不仅在实验例 1 所示的介电陶瓷基片-超导膜的界面附近，而且在超导膜厚度方向上大范围有效。换言之，在未添加 Ba 元素的组成中所看到的界面反应，在超导膜的厚度方向上大范围出现。当然，这可以认为是界面反应的程度从与介电陶瓷基片的界面附近到超导膜表面，逐渐趋缓。而且，由于临界电流密度特性的改善，对于在限流元件和线材等领域的应用也可发挥效果。当然，即使不是圆板状的 TM₀₁₀ 型介电谐振器，只要是超导膜直接形成于电介质上且在超导膜中高频电流集中在与电介质的界面附近流动的高频部件，也会产生同样效果。

图 2 是本实施例中使用的 TM₀₁₀ 型介电谐振器。图 2 所示介电谐振器 10 包含介电陶瓷基片 12，介电陶瓷基片 12 的正反面上形成有超导膜电极 14 和 16。该介电陶瓷基片 12 通过聚四氟乙烯片 18 固定在金属盒 20 内。在金属盒 20 的一端侧与另一端侧分别设有激励电缆 22 和 24。在该介电谐振器 10 中，介电陶瓷基片 12 和超导膜电极 14 与 16 分别采用上述介电陶瓷基片和含 Ba 元素的超导膜。

实验例 3

使用组成为 $\text{Bi}_{1.85}\text{Pb}_{0.35}\text{Sr}_{1.90}\text{Ba}_{0.20}\text{Ca}_{2.05}\text{Cu}_{3.05}\text{O}_z$ 的超导粉末，按与实验例 1 相同的方法调制超导膜用浆料。

准备好图 3 所示介电陶瓷基片 31。介电陶瓷基片 31 由 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质构成，直径 30mm，厚度 3mm。接着，用丝网印刷法将有机溶剂中分散有 Ag 粉的中间层用浆料涂布在介电陶瓷基片 31 的表面，在 850℃ 焙烧 1 小时，形成中间层 32。再用丝网印刷法将上述超导膜用浆料涂布在中间层 32 上，用与实验例 1 同样的方法焙烧，形成超导膜电极 33。这里，中间层 32、超导膜电极 33 的膜厚都是 10μm。

图 4 是使用上述介电陶瓷基片 31 的 TE 型介电谐振器的示意图。在图 4 所示介电谐振器 40 中，电介质基片 31 以图 3 所示的超导膜电极 33 的形成面作为接合面，接合于支座 41 的一端。这里，支座 41 是由 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质组成的直径 8.5mm、厚度 3.8mm 的圆柱状物。

在支座 41 的另一端接合了无氧铜板 42。无氧铜板的直径为 30mm，厚度为 3mm。另外，在支座 41 两侧，对向配置两支高频探头 43a 和 43b。

该介电谐振器 40 的谐振频率是 10.7GHz，测得其 70K 的无负荷 Q 为 15500。此值换算成超导膜电极的表面电阻，相当于 3.5mΩ。

以下说明实验例 3 的比较例。凡在比较例中未做特别说明之处，均采用与实验例 1 相同的方法。

首先，调制组成为 $\text{Bi}_{1.85}\text{Pb}_{0.35}\text{Sr}_{1.90}\text{Ca}_{2.05}\text{Cu}_{3.05}\text{O}_z$ 的不含 Ba 的超导膜用浆料。另一方面，在由 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质组成的介电陶瓷基片的表面上，形成以 Ag 为主成分的中间层。在此中间层上涂布上述超导膜用浆料，形成膜厚约 10μm 的超导膜电极。使用有这种超导膜的电介质基板，制作有图 4 结构的 TE 型谐振器（谐振频率 10.7GHz）。测定该 TE 型谐振器的 70K 的无负荷 Q，为 13,500。此值换算成超导膜电极的表面电阻，为 7mΩ。

如上所述，在含 Ba 的基片上形成有中间层的情况下，也能发挥含 Ba 超导膜的优越性。这是由于中间层由 Ag 的多晶体组成、含有大量粒界的缘故。即，这是由于通过中间层粒界的粒界扩散导致在含 Ba 基体和超导膜电极之间产生出现界面反应的缘故。

在此实验例中，就中间层由多晶体构成时的情况进行了说明，但中间层例如由 Bi-Sr-B-O 系玻璃等非晶体构成时也能得到同样的效果。这是因为非晶体整体呈晶体紊乱状态，与在多晶体中的粒界同样，介电陶瓷基板中的 Ba 容易扩散的缘故。

此外, 在该实验例的 TE 型谐振器中, 高频电流集中在与超导膜中间层的界面相反一侧, 即超导膜的露出面一侧。因此, 该面上的超导膜的性状左右高频特性。并且, 超导膜露出面一侧的高频特性在不含 Ba 的超导膜即出现与基体的界面反应的超导膜中也优于其界面侧的高频特性。但是, 与不发生界面反应的情况相比, 高频特性的绝对值会因受界面反应的影响而变差。在与基体之间形成有多晶体或非晶体的中间层时也是同样情况。其原因是, 如上所述, 多晶体或非晶体的中间层抑制界面反应的效果弱。为此, 如本实施例所示, 使用含 Ba 超导膜, 则超导膜的露出面一侧的高频特性也会变得良好。

10 实验例 4

按与实验例 1 相同的方法调制实验例 1 中实施例 10 的超导膜用浆料。另外, 准备好图 5 (a) 所示同轴用圆柱 51。同轴用圆柱 51 是由 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质构成的介电陶瓷基体, 直径 2.8mm, 长 18mm。

然后, 如图 5 (b) 所示, 将以 Ag 为主成分的中间层用浆料涂布到该同轴用圆柱 51 的除去两端面之外的外周上, 在 850℃焙烧 1 小时, 形成中间层 52。然后将上述超导膜用浆料涂布到此中间层 52 上, 用与实验例 1 相同的方法形成超导膜电极 53。这里, 中间层 52 和超导膜电极的膜厚都是 10μm。

另一方面, 准备了图 6 (a) 所示的由 $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系多晶电介质组成的电介质块体 61。电介质块体 61 是两端面为 17mm×17mm、长 18mm 的长方体, 直径 2.9mm、长 18mm 的通孔 61a 从电介质块体 61 的一端贯穿到另一端。

然后, 如图 6(b)所示, 在电介质块体 61 除去两端面之外的外周上形成超导膜 62, 在其上面形成由 Ag 构成的外装导体 63。超导膜 62 和外装导体 63 的膜厚都是 10μm。

然后, 如图 7 所示, 将图 5 所示的同轴用圆柱 51 插入到电介质块体 61 的通孔 61a 中, 构成同轴型介电谐振器 70。

该介电谐振器 70 的谐振频率为 1.9GHz, 测得其 70K 时的无负荷 Q 值为 63,700。

在该介电谐振器 70 中, 在超导膜 62 上形成有由 Ag 构成的外装导体。这里, 由于在超导膜 62 的导电率低的室温下, 高频电流不仅流入超导膜 62, 而且还流入外装导体 63 中, 因此, 外装导体 63 起电极的作用。由此, 介电谐振器 70 在室温下也谐振。测得其室温下的无负荷 Q 值为 2,000。

本发明的超导部件因为在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上形成有以 Bi-Sr-Ca-

说明书附图

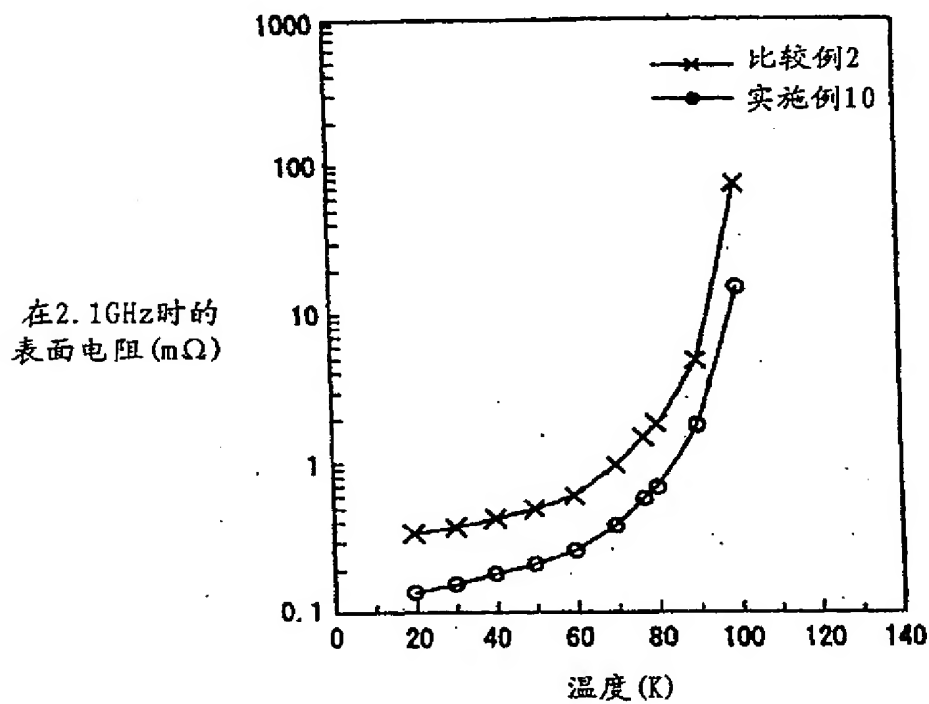


图 1

10

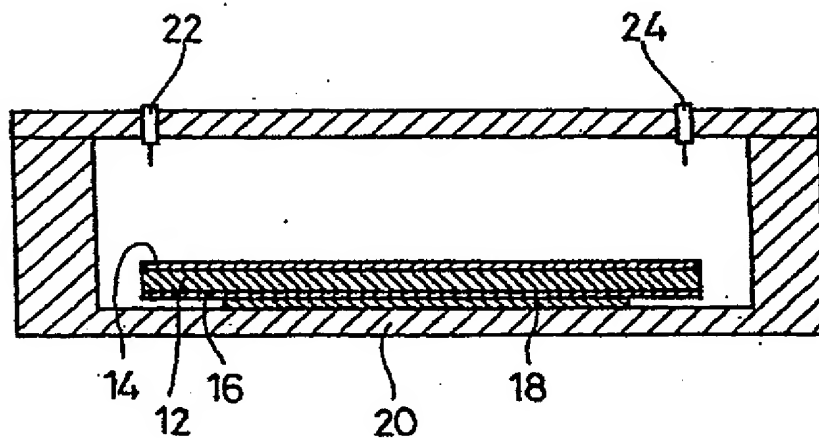


图 2

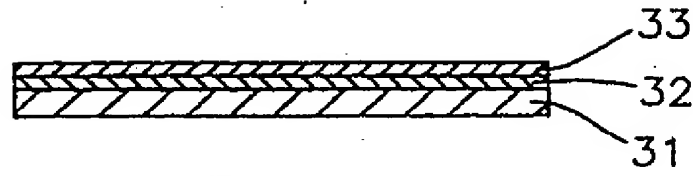


图 3

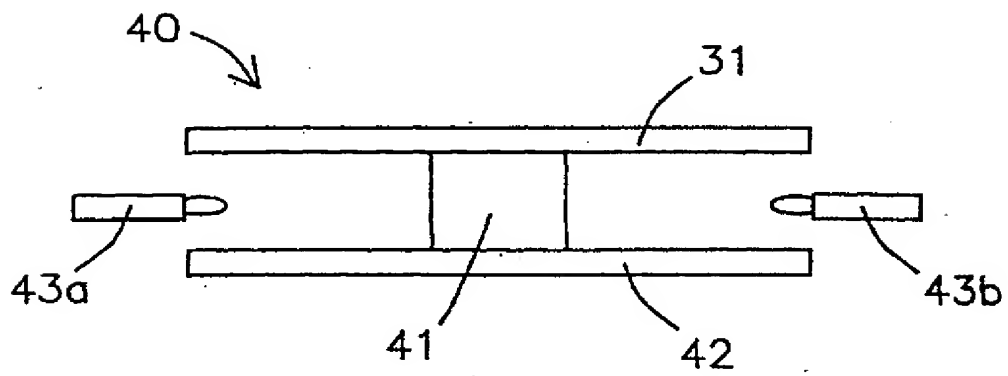


图 4

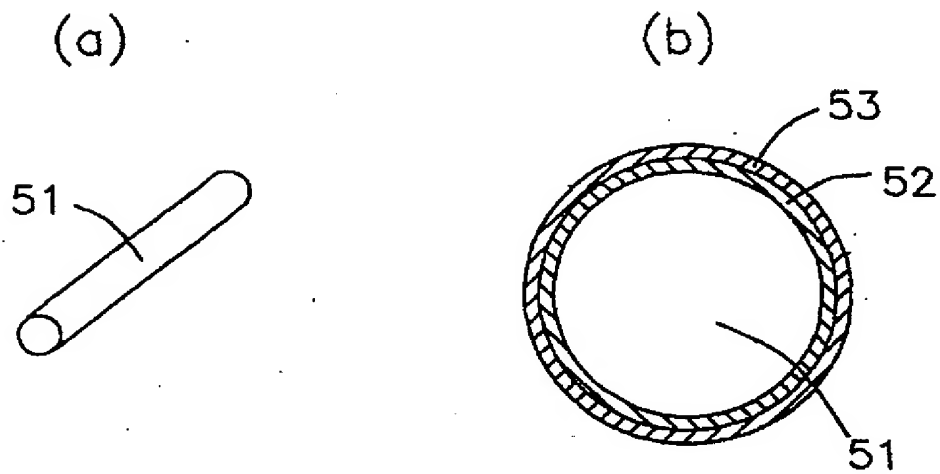


图 5

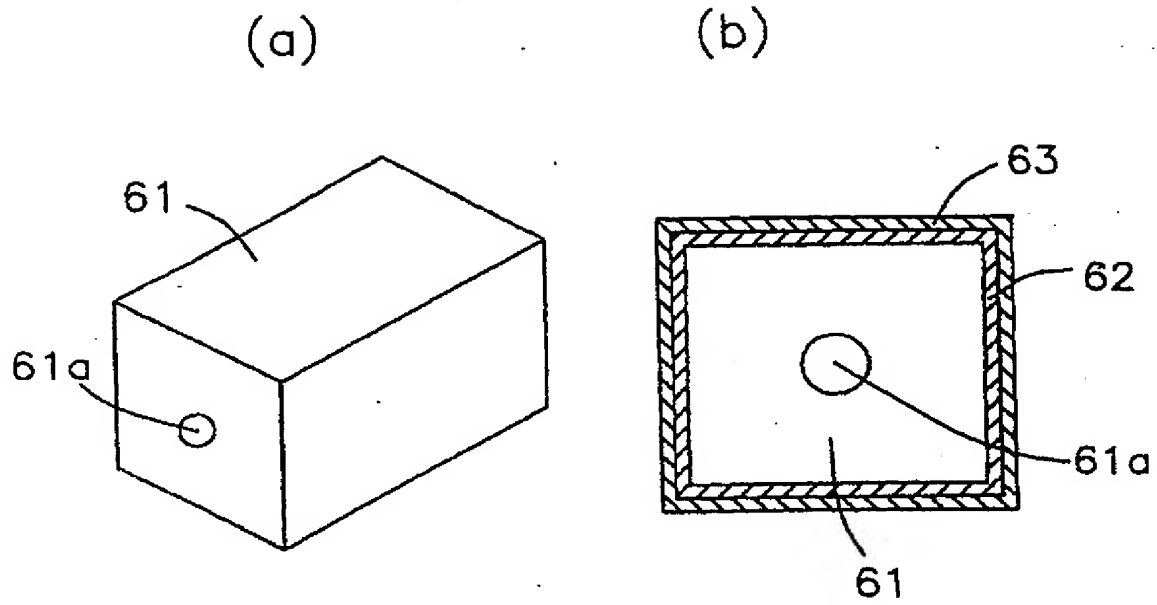


图 6

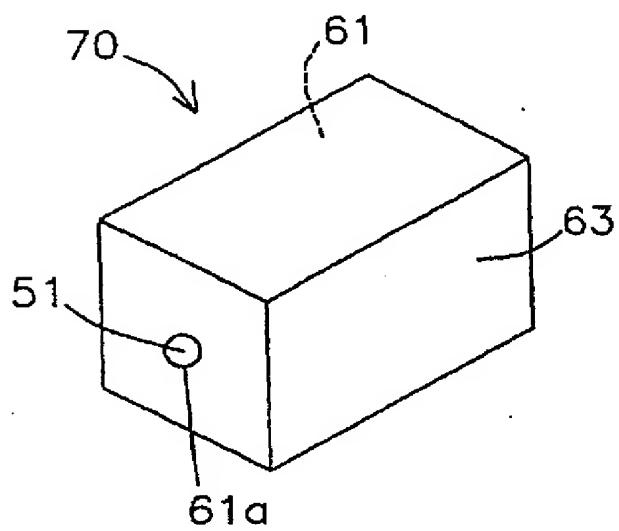


图 7

Cu-O 相为主相、含 Ba 元素的超导膜，因此，基体的 Ba 成分不会扩散到超导膜中，超导膜的超导特性良好。

此外，本发明的介电谐振器因为在电介质基体上形成有超导膜电极，所述电介质基体由含 Ba 元素的氧化物陶瓷构成，所述超导膜电极为含 Ba 元素的 Bi-Sr-Ca-Cu-O 系 Bi2223 相超导膜，所以，电介质基体的 Ba 成分不会扩散到超导膜电极中，超导膜电极的超导特性良好。

本发明的超导部件的制造方法通过在含 Ba 元素的氧化物陶瓷基体上焙烧含 Ba 元素的超导膜用浆料，形成超导膜，由此可以抑制焙烧时 Ba 成分从氧化物陶瓷基体扩散到超导膜中，使超导膜的超导特性变得良好。